

6种微生物菌剂对全膜马铃薯生长发育和产量的影响

何万春, 谭伟军, 王 娟, 何小谦, 韩傲仁, 黄 凯, 刘全亮

(甘肃省定西市农业科学研究院, 甘肃 定西 743000)

摘要: 以马铃薯品种陇薯 10 号为指示品种, 在全膜覆盖垄上微沟种植条件下, 研究了 6 种微生物菌剂对马铃薯生长发育和产量的影响。结果表明, 施微生物菌剂亿克奇能有效缓解和克服连作障碍。其中施微生物菌剂亿克奇 181.82 kg/hm² 处理虽然马铃薯各生育期 LAI 不是最高, 但显著增加了马铃薯块茎产量和植株生物量, 提高了商品薯率, 降低了马铃薯黑痣病的病株率、病薯率和病情指数。该处理下马铃薯块茎折合产量最高, 为 50 226.0 kg/hm², 较对照不施微生物菌剂增产 11.58%; 商品薯率为 79.64%, 较对照增加 8.31 个百分点。

关键词: 马铃薯; 陇薯10号; 微生物菌剂; 亿克奇; 连作; 产量

中图分类号: S532; S144 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-1463(2017)11-0054-06

[doi:10.3969/j.issn.1001-1463.2017.11.018](https://doi.org/10.3969/j.issn.1001-1463.2017.11.018)

甘肃省是中国重要的马铃薯种薯和商品薯生产基地, 位于甘肃省中部的定西市是典型的干旱半干旱雨养农业区, 马铃薯栽培历史悠久, 是中国最佳马铃薯种植区和主产区之一^[1-2]。当地马铃薯种植主要呈现规模化、机械化和集约化的特点, 随着近年来马铃薯产品价格的不断走高和马铃薯消费逐步向高附加值的转变, 种植结构相对单一,

倒茬困难和多年连作等问题日渐明显^[3]。连作导致土传病害大面积泛滥, 引起植株生长发育受阻并大幅度降低农作物经济产量, 而其中大部分致病菌为土传真菌^[4-6], 有效控制连作土壤中真菌型土传病原菌成为当地马铃薯连作障碍防控的首要任务。在作物连作障碍防控中, 化学熏蒸的方法被广泛使用, 但从可持续农业理念出发, 化学

收稿日期: 2017-09-13

基金项目: 甘肃省科技重大专项(1502NKDA-003)。

作者简介: 何万春(1988—), 男, 甘肃定西人, 研究实习员, 硕士, 主要从事马铃薯养分管理及栽培技术研究工作。联系电话: (0)15693293124。

通信作者: 谭伟军(1981—), 男, 甘肃定西人, 副研究员, 主要从事马铃薯脱毒种薯繁育工作。E-mail: dxtweijun@126.com。

产品能够切实促进低碳农业的发展。比如中国光大银行和招商银行分别与北京环境交易所联合推出的绿色文明生态理财产品。

4.3 建立黑龙江省农业碳汇交易场所

中国已发布《碳排放权交易管理办法》, 明确了建立全国碳市场的主要思路和管理体系, 目前正在积极考虑立法, 制定碳排放权交易管理条例。黑龙江省在低碳农业碳汇方面具有极大的潜力, 一方面可以为全国的碳减排工作做出贡献, 另一方面可以通过碳汇交易为农户提供资金支持, 改善农业生产方式, 提高农户收入。以 2013 年黑龙江省碳排放为例, 倘若农业发展过程中消耗的化石能源所排放的二氧化碳能减少 50 万 t, 通过农业碳汇交易就可以实现约 1 750 万元的收入 (7 家交易所 2015 年平均价格 35 元/t), 因此在黑龙江省建立农业碳汇交易所, 为低碳农业的减排项目寻找购买方, 比单纯的减排活动具有更为实际和

深远的意义。

参考文献:

- [1] 许广月. 中国低碳农业发展研究[J]. 经济学家, 2010(10): 72-78.
- [2] 张莉侠, 曹黎明. 中国低碳农业发展现状与对策探讨[J]. 经济问题探索, 2011(11): 103-106.
- [3] 陈胜涛, 周艳兰. 构建低碳农业支持机制的作用探讨[J]. 农村经济与科技, 2013(12): 10-11.
- [4] 张开华, 陈胜涛. 试论低碳农业发展的支持机制[J]. 中南财经政法大学学报, 2012(1): 110-114.
- [5] 漆雁斌. 低碳农业发展影响因素的回归分析[J]. 农村经济, 2010(2): 19-23.
- [6] WEST T O, MARLAND G. A synthesis of sequestration, carbon emissions, and net carbon flux in agriculture: comparing tillage practices the United States[J]. Agricultural Ecosystems and Environment, 2002, 91(1): 217-232.

(本文责编: 杨 杰)

熏蒸极大地降低了农业土壤的可持续生产力^[7-10], 因此, 研发可行的替代方法来抑制土传病害, 并进行有效地病虫害管理已成为研究的热点。针对上述问题, 我们从优化土壤微生物群体结构着手, 于 2016 年进行了覆膜马铃薯抗连作微生物菌剂筛选试验, 现将试验结果报道如下。

1 材料与方法

1.1 试验区概况

试验于 2016 年 5—9 月在定西市安定区定西百泉马铃薯有限公司香泉镇基地实施。该地区海拔 2 109 m, 年均辐射量 592.85 kJ/cm², 年均气温 6.4 ℃, ≥10 ℃积温 2 239.1 ℃, 年均降水量 415.2 mm, 年蒸发量 1 531 mm。试验地为黑垆土, 地势平坦, 肥力中等, 前茬玉米。前茬作物收获后旋耕灭茬, 冬前打耧保墒。试验期间的气象数据和供试土壤理化性状见表 1、表 2。

表 1 试验期间气象数据

月份	平均温度 /℃	降水量 /mm
5	13.7	74.5
6	18.8	27.4
7	21.0	51.2
8	21.9	19.3
9	15.2	18.0

表 2 供试土壤理化性状

pH	有机质 / (g/kg)	全氮 / (g/kg)	碱解氮 / (mg/kg)	速效磷 / (mg/kg)	速效钾 / (mg/kg)
7.8	18.7	0.9	86.2	23.3	212.6

1.2 供试材料

指示马铃薯品种为陇薯 10 号。供试微生物菌剂有巧农(山东巧农生物科技有限公司生产并提供), 菌娃娃(山东天威生物科技有限公司生产并提供), 地特优、亿克奇、安乐斯、重茬克星(中国宝丰万隆肥业有限公司生产并提供)。供试肥料有撒可富马铃薯配方专用肥(N-P₂O₅-K₂O 为 18-18-18, 中国-阿拉伯化肥有限公司生产)、尿素(含 N 46%, 甘肃刘家峡化工集团有限责任公司生产)、普通过磷酸钙(含 P₂O₅ 12%, 白银虎豹磷肥厂生产)、硫酸钾(含 K₂O 50%, 山东鲁丰钾肥有限公司生产)。

1.3 试验方法

试验共设 7 个处理, 处理 T1 为施微生物菌剂地特优 181.82 kg/hm², T2 处理为施微生物菌剂巧农 181.82 kg/hm², T3 处理为施微生物菌剂菌娃娃 181.82 kg/hm², T4 处理为施微生物菌剂亿克奇

181.82 kg/hm², T5 处理为施微生物菌剂安乐斯 181.82 kg/hm², T6 处理为施微生物菌剂重茬克星 181.82 kg/hm², T7 处理为不施微生物菌剂(CK)。试验采用随机区组排列, 3 次重复, 小区面积 55.0 m² (5.5 m × 10.0 m), 每小区种植 10 行, 小区四周设保护行。各处理播前结合整地按试验设计用量基施微生物菌剂, 同时各处理均施撒可富马铃薯配方专用肥(N-P₂O₅-K₂O 为 18-18-18)1 200 kg/hm²、N 180 kg/hm²、P₂O₅ 120 kg/hm²、K₂O 75 kg/hm²。各处理均采用全膜覆盖垄上微沟种植方式, 按垄宽 60 cm、沟宽 40 cm、垄高 20 cm、微沟深 10 cm 起垄覆膜, 于 2016 年 5 月 1 日按种植密度 60 000 万株 /hm² 穴播。其余管理同当地常规大田。

1.4 观测指标

在马铃薯生育期间, 分别于盛花期(2016 年 7 月 20 日)、块茎膨大期(2016 年 8 月 24 日)和成熟期(2016 年 9 月 24 日)共取样 3 次, 每次每小区取 7 株, 分地上部、根和块茎不同器官分别称鲜重。马铃薯苗期测定各处理出苗率。收获时每小区随机取 10 株测定单株块茎数、单株块茎重、单薯重、商品薯率等产量性状, 按小区单收计产。马铃薯成熟期按小区调查马铃薯植株和块茎黑痣病的发病情况, 并计算病情指数。马铃薯块茎黑痣病发病情况调查与分级按照 Woodhall 的分级标准进行^[11]。

0 级, 薯块表面没有菌核; 1 级, 菌核面积占整个薯块面积的 0%~5%; 2 级, 菌核面积占整个薯块面积的 6%~35%; 3 级, 菌核面积占整个薯块面积的 36%~65%; 4 级, 菌核面积占整个薯块面积的 66%~95%; 5 级, 菌核面积占整个薯块面积的 96%以上。

$$\text{病株率} = (\text{感病株数} / \text{调查总株数}) \times 100\%$$

$$\text{病薯率} = (\text{带病块茎数} / \text{调查总块茎数}) \times 100\%$$

$$\text{病情指数} = [\sum (\text{各级病薯数} \times \text{各级相对级数值}) / \text{调查总薯块数}] \times 100$$

1.5 数据处理

试验数据处理及图表绘制采用 Excel 2012 和 SPASS 21.0 软件。

2 结果与分析

2.1 不同处理对马铃薯田间出苗率、叶绿素含量、冠层温度的影响

从表 3 可以看出, 不同处理对马铃薯出苗率没有显著影响, 对盛花期、块茎膨大期和成熟期

的叶绿素含量(SPAD)和冠层温度也没有显著影响。叶面积指数(LAI)在盛花期、块茎膨大期 T5 处理、T1 处理、T3 处理均大于 T7 处理(CK), 而 T2 处理、T4 处理、T6 处理均小于 T7 处理(CK), 其中盛花期 T5 处理、T1 处理、T3 处理、T7 处理(CK)、T4 处理间差异不显著。

2.2 不同处理对马铃薯各生育期地上部和根鲜重的影响

从表 4 可以看到, T2 处理、T3 处理、T5 处理和 T7 处理(CK)的地上部鲜重随着生育进程推进呈单峰变化趋势, 在块茎膨大期达到最大; 而 T1 处理、T4 处理和 T6 处理地上部鲜重在盛花期已达到最大。在盛花期、块茎膨大期和成熟期, T4 处理的地上部鲜重均高于其余处理, 其中盛花期除与 T6 处理差异不显著外, 与其余处理均差异显著; 块茎膨大期除与 T1 处理、T5 处理差异显著

外, 与其余处理均差异不显著; 成熟期与 T2 处理、T3 处理、T4 处理、T7 处理(CK)差异不显著, 与其余处理均差异显著。马铃薯根鲜重除 T6 处理外随着生育进程的推进逐渐增加, 在成熟期达到最大。盛花期 T4 处理的根鲜重高于其余处理, 除与 T2 处理、T6 处理、T7 处理(CK)差异不显著外, 与其余处理均差异显著; 在块茎膨大期和成熟期, 除与 T1 处理差异显著外, 与其余处理均差异不显著。

2.3 不同处理对马铃薯单株块茎数和单株块茎重的影响

马铃薯单株块茎数随着生育进程的推进而增加。在盛花期, T4 处理和 T5 处理单株块茎数显著高于其余处理(表 5), 但二者之间没有明显差异, 其余处理之间也无显著差异。在块茎膨大期和成熟期, 均以 T7 处理单株块茎数最多。

表 3 不同处理对马铃薯出苗率和不同生育期 LAI、SPAD、冠层温度的影响

处理	出苗率 /%	盛花期			块茎膨大期			成熟期		
		LAI	SPAD /(mg/gFW)	冠层温度 /°C	LAI	SPAD /(mg/gFW)	冠层温度 /°C	LAI	SPAD /(mg/gFW)	冠层温度 /°C
T1	88.38 a	1.19 a	57.75 a	27.38 a	1.21 ab	58.12 a	28.12 a	1.01 ab	55.31 a	11.34 a
T2	90.71 a	0.65 b	57.15 a	27.36 a	0.95 b	58.33 a	29.01 a	0.85 b	54.36 a	11.56 a
T3	84.85 a	1.10 a	57.22 a	27.21 a	1.23 ab	57.64 a	28.64 a	1.03 ab	52.68 a	10.98 a
T4	86.26 a	0.89 ab	58.45 a	27.89 a	1.05 a	58.96 a	28.32 a	0.98 ab	53.49 a	10.34 a
T5	86.46 a	1.55 a	59.15 a	28.03 a	1.64 a	60.12 a	28.45 a	1.25 a	54.87 a	9.35 a
T6	87.58 a	0.57 b	58.65 a	27.95 a	0.89 b	59.73 a	28.09 a	0.88 b	53.25 a	10.01 a
T7(CK)	87.68 a	1.01 a	60.61 a	27.12 a	1.15 a	60.31 a	27.98 a	1.03 ab	55.64 a	11.23 a

表 4 不同处理对马铃薯各生育期地上部和根鲜重的影响

处理	地上部鲜重/g			根鲜重/g		
	盛花期	块茎膨大期	成熟期	盛花期	块茎膨大期	成熟期
T1	576.67 bc	520.00 b	390.67 b	36.67 b	37.11 b	43.33 b
T2	476.67 b	756.67 a	640.23 a	53.33 a	56.67 a	58.00 a
T3	550.00 bc	643.33 ab	660.00 a	33.33 b	50.00 a	51.33 a
T4	1 000.00 a	800.00 a	665.67 a	56.66 a	56.67 a	59.67 a
T5	416.67 c	550.00 b	420.33 b	36.67 b	53.33 a	54.67 a
T6	930.00 a	650.00 ab	410.67 b	46.67 ab	53.33 a	50.67 a
T7(CK)	703.33 b	746.67 a	660.33 a	53.33 a	54.33 a	58.33 a

表 5 不同处理对马铃薯各生育期块茎数和块茎重的影响

处理	单株块茎数 / 个			单株块茎重 / g		
	盛花期	块茎膨大期	成熟期	盛花期	块茎膨大期	成熟期
T1	2.67 b	4.00 b	7.70 ab	30.00 c	253.33 b	650.60 b
T2	2.67 b	7.33 a	8.15 a	53.33 ab	300.25 ab	705.95 ab
T3	2.67 b	6.33 a	8.75 a	26.67 c	226.67 bc	691.00 ab
T4	5.00 a	7.34 a	7.65 ab	63.33 a	330.00 a	780.90 a
T5	5.33 a	6.21 ab	7.95 a	26.67 c	273.34 ab	690.80 ab
T6	2.00 b	5.00 b	5.95 b	43.33 b	193.33 c	641.30 b
T7(CK)	3.00 b	7.67 a	9.40 a	40.33 b	320.00 a	700.45 ab

马铃薯单株块茎重随着生育进程的推进而明显增加。在盛花期、块茎膨大期和成熟期, T4处理块茎重均高于其余处理。在成熟期, T4处理单株块茎重较T1处理、T2处理、T3处理、T5处理、T6处理、T7处理(CK)分别增加20.03%、10.62%、13.01%、13.04%、21.77%、11.49%。

2.4 不同处理对马铃薯块茎黑痣病病情的影响

收获时分别调查了不同处理的病株率和病薯率(表6)。就病株率而言, T4处理显著低于其余处理, 与T1处理、T2处理、T3处理、T5处理、T6处理、T7处理(CK)相比, T4处理病株率分别减少了4.54、1.51、1.51、1.51、3.03、3.03个百分点; 病薯率同样也是T4处理低于其余处理, 与T1处理、T2处理、T3处理、T5处理、T6处理、T7处理相比, T4处理病薯率分别减少了5.00、1.67、1.34、0.34、1.34、0.67个百分点。病情指数T1处理最高, 为2.466; T4处理最小, 为1.466。

表6 不同处理对马铃薯块茎黑痣病发病的影响

处理	病株率 /%	病薯率 /%	病情指数
T1	9.12 a	12.33 a	2.466 a
T2	6.09 b	9.00 ab	1.800 ab
T3	6.09 b	8.67 ab	1.734 ab
T4	4.58 c	7.33 b	1.466 b
T5	6.09 b	7.67 b	1.534 b
T6	7.61 ab	8.67 ab	1.734 ab
T7(CK)	7.61 ab	8.00 b	1.600 ab

2.5 不同处理对马铃薯产量构成因素及块茎产量的影响

从表7可以看出, 单株结薯数以T7处理(CK)最多, 为9.40个; 其余处理较T7处理(CK)少0.65~3.45个。单株结薯重以T4处理最高, 为780.90g, 较T7处理(CK)增加80.45g; T2处理次之, 为705.95g, 较T7处理(CK)增加5.50g; T7处理(CK)居第3, 为700.45g, 其余处理均较T7

处理(CK)减少9.45~59.15g。平均单薯重以T6处理最高, 为107.78g, 较T7处理(CK)增加33.26g; T4处理次之, 为102.08g, 较T7处理(CK)增加27.56g; T5处理居第3, 为86.89g, 较T7处理(CK)增加12.37g; 其余处理较T7处理(CK)增加4.45~12.10g。块茎折合产量以T4处理最高, 为50226.0kg/hm², 较T7处理(CK)增产11.58%; T2处理次之, 为45349.5kg/hm², 较T7处理(CK)增产0.76%; T7处理(CK)居第3位, 为45012.0kg/hm²; 其余处理较T7处理(CK)减产0.67%~9.97%。T4处理的块茎折合产量较T1处理、T2处理、T3处理、T5处理、T6处理、T7处理(CK)分别增产22.72%、10.75%、13.14%、12.34%、19.38%、11.58%。对折合产量进行方差分析表明, T4处理除与T1处理、T6处理差异显著外, 与其余处理均差异不显著; 其余处理间显著不差异。商品薯率以T4处理最高, 为79.64%, 较T7处理(CK)增加8.31个百分点; T6处理次之, 较T7处理(CK)增加7.82个百分点; T5处理居第3位, 为75.82%, 较T7处理(CK)增加4.49个百分点; 其余处理较T7处理(CK)增加-0.10~2.31个百分点, 方差分析表明, 各处理间没有显著差异。

2.6 不同处理的马铃薯农艺性状及产量构成因素的相关分析

对不同处理马铃薯的农艺性状和产量构成因素进行相关分析的结果(表8)表明, 块茎折合产量和地上部鲜重、单株结薯重、平均单薯重之间存在显著的正相关关系, 而与根鲜重、主茎数、单株结薯数之间没有显著相关关系; 单株结薯重和地上部鲜重之间存在显著的正相关关系, 而与根鲜重、单株结薯数、平均单薯重之间没有显著相关关系, 与主茎数之间呈负相关关系。

3 结论

以马铃薯品种陇薯10号为指示品种, 在全膜

表7 不同处理对马铃薯产量构成因素及块茎产量的影响

处理	单株结薯数 /个	单株结薯重 /g	平均单薯重 /g	块茎折合产量 /(kg/hm ²)	商品薯率 /%	较对照增产 /%
T1	7.70 ab	650.60 b	84.49 b	40927.5 b	72.56 a	-9.97
T2	8.15 a	705.95 ab	86.62 b	45349.5 ab	73.64 a	0.76
T3	8.75 a	691.00 ab	78.97 b	44391.0 ab	71.32 a	-1.39
T4	7.65 ab	780.90 a	102.08 a	50226.0 a	79.64 a	11.58
T5	7.95 a	690.80 ab	86.89 b	44709.0 ab	75.82 a	-0.67
T6	5.95 b	641.3 b	107.78 a	42070.5 b	79.15 a	-6.99
T7(CK)	9.40 a	700.45 ab	74.52 b	45012.0 ab	71.33 a	

表 8 不同处理的马铃薯农艺性状及产量构成因素相关分析结果^①

处理	块茎折合产量 (kg/hm ²)	地上部鲜重 /g	根鲜重 /g	主茎数 /个	单株结薯数 /个	单株结薯重 /g	平均单薯重 /g
T1	40 927.5 b	390.67 b	43.33 b	2.00 ab	7.70 ab	650.60 b	84.49 b
T2	45 349.5 ab	640.23 a	58.00 a	1.80 ab	8.15 a	705.95ab	86.62 b
T3	44 391.0 ab	660.00 a	51.33 a	2.40 ab	8.7 5 a	691.00 ab	78.97 b
T4	50 226.0 a	665.67 a	59.67 a	2.00 ab	7.65 ab	780.90 a	102.08 a
T5	44 709.0 ab	420.33 b	54.67 a	1.60 b	7.95 a	690.80 ab	86.89 b
T6	42 070.5 b	410.67 b	50.67 a	1.80 ab	5.95 b	641.30 b	107.78 a
T7(CK)	45 012.0 ab	660.33 a	58.33 a	2.60 a	9.40 a	700.45 ab	74.52 b
块茎折合产量	$R^2=1.000$ $P=0.000$	$R^2=0.782^*$ $P=0.078$	$R^2=0.574$ $P=0.178$	$R^2=0.073$ $P=0.876$	$R^2=0.119$ $P=0.719$	$R^2=0.855^*$ $P=0.014$	$R^2=0.766^*$ $P=0.045$
单株结薯重	$R^2=0.766$ $P=0.045$	$R^2=0.681^*$ $P=0.274$	$R^2=0.553$ $P=0.197$	$R^2=-0.183$ $P=0.694$	$R^2=0.673$ $P=0.097$	$R^2=0.533$ $P=0.218$	$R^2=1.000$ $P=0.000$

①线性相关分析($n=24$)。

覆盖垄上微沟种植条件下,研究了不同微生物菌剂对马铃薯生长发育和产量形成的影响。结果表明,施微生物菌剂亿克奇 181.82 kg/hm² 处理的马铃薯块茎折合产量最高,为 50 226.0 kg/hm²,较对照不施微生物菌剂增产 11.58%;商品薯率也最高,为 79.64%,较不施微生物菌剂增加 8.31 百分点。该处理下,盛花期、块茎膨大期和成熟期的地上部和根鲜重均高于其余处理;单株块茎数较多,分别为 5.00、7.34、7.65 个;而单株块茎重在盛花期、块茎膨大期和成熟期均最大,分别为 63.33、330.00、780.90 g。但该处理下的叶面积指数(LAI)却并不是最大,这可能是由于施微生物菌剂亿克奇能够有效的克服连作障碍,从而使植株有更好的株型,有利于冠层间的通风换气,使植株能更为有效的利用光能和二氧化碳进行光合作用合成更多干物质的原因,但还需进一步的研究才能确定。

连作会导致土传病害大面积泛滥,引起植株生长发育受阻并大幅度降低农作物经济产量,只有克服土传病害才能提高作物产量。从本试验结果还可以看出,施微生物菌剂亿克奇 181.82 kg/hm² 的处理的病株率、病薯率和病情指数都低于其余处理,其中病株率、病薯率分别为 4.58%、7.33%,较不施微生物菌剂分别降低 3.03、0.67 百分点;病情指数为 1.466,较不施微生物菌剂降低 0.134,说明施微生物菌剂亿克奇能够在一定程度上有效的控制马铃薯土传病害,从而提高块茎产量,这对于定西市马铃薯产业的可持续发展具有重要的实践意义,可作为适宜在定西市马铃薯生

产上推广应用的抗连作生物菌剂。

参考文献:

- [1] 何万春,何昌福,邱慧珍,等.不同氮水平对旱地覆膜马铃薯干物质积累与分配的影响[J].干旱地区农业研究,2016,34(4):175-182.
- [2] 梁伟琴.起垄覆膜方式对土壤水分及马铃薯产量的影响[J].甘肃农业科技,2016(9):48-51.
- [3] 刘星,邱慧珍,王蒂,等.甘肃省中部沿黄灌区轮作和连作马铃薯根际土壤真菌群落的结构性差异评估[J].生态学报,2015,35(12):3938-3948.
- [4] HUANG L F, SONG L X, XIA X J, *et al.* Plant-soil feedbacks and soil sickness: From mechanisms to application in agriculture[J]. Journal of Chemical Ecology, 2013, 39: 232-242.
- [5] FIERS M, EDEL-HERMANN V, CHATOT C, *et al.* Potato soilborne diseases: A-review [J]. Agronomy for Sustainable Development, 2012, 32: 93-132.
- [6] SHIPTON PJ. Monoculture and soilborne plant pathogens [J]. Annual Review of Phyto-pathology, 1977, 15: 387-407.
- [7] KLOSE S, ACOSTA-MARTINEZ A, AJWA HA. Microbial community composition and enzyme activities in a sandy loam soil after fumigation with methyl bromide or alternative bio-cides[J]. Soil Biology and Biochemistry, 2006, 38: 1243-1254.
- [8] LADD J N, BRISBANE P G, BUTLER J H A, *et al.* Studies on soil fumigation. III: Effects on enzyme activities, bacterial numbers and extractable ninhydrin reactive compounds [J]. Soil Biology and Biochemistry, 1976, 8: 255-260.
- [9] JAWSON M D, FRANZLUEBBERS A J, GALUSHA D K, *et al.* Soil fumigation within monoculture and rota-

营养元素配施对陇薯5号马铃薯光合生理特性及品质的影响

罗爱花, 陆立银, 谢奎忠, 柳永强, 孙小花
(甘肃省农业科学院马铃薯研究所, 甘肃 兰州 730070)

摘要: 以陇薯5号为材料, 研究了营养元素配施对马铃薯光合生理特性及品质的影响。结果表明, 不同营养元素组合处理陇薯5号叶片光合生理参数和相对叶绿素含量均具有生育阶段性差异。NPK与中微量营养元素配施条件下, 陇薯5号整个生育期叶片光合生理参数和相对叶绿素含量相对较高。处理间鲜薯块茎产量存在差异, 单施N、单施P处理的块茎平均产量(19 104 kg/hm²)明显低于对照(NP处理, 22 872 kg/hm²), 而施NPK、NPK+中微量营养元素配施处理均较对照增产, 其中NPK+中微量营养元素配施处理最高可增产11.18%。随着增施营养元素种类增多, 陇薯5号块茎品质得到改善, NPK+中微量营养元素配施陇薯5号块茎品质更符合马铃薯膳食营养需求。

关键词: 营养元素; 马铃薯; 陇薯5号; 产量; 品质

中图分类号: S532 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-1463(2017)11-0059-04

doi: 10.3969/j.issn.1001-1463.2017.11.019

Effect of Combined Application of Nutrient Elements on Photosynthetic Physiological Features and Quality of Longshu 5

LUO Aihua, LU Liyin, XIE Kuizhong, LIU Yongqiang, SUN Xiaohua
(Institute of Potato, Gansu Academy of Agricultural Science, Lanzhou Gansu 730070, China)

Abstract: With potato cultivar Longshu 5 as material, the combined application of nutrient elements on photosynthetic physiological features and quality of Longshu 5 are studied. The result shows that there's periodical difference of leaf photosynthetic parameters and SPAD (relative chlorophyll content) of Longshu 5 potato among five nutrient elements treatments, such as single Nitrogen(N), single phosphorus(P), NP(the contrast), NPK(K as potassium), full nutrients treatment (NPK with other middle and trace nutrient elements). During whole growing stages, Longshu 5 had relative high photosynthetic physiological parameters and SPAD value under full nutrients treatment. The combination patterns of nutrient elements directly affected the tuber yield of Longshu 5. The average tuber yield of Longshu 5 under N and P treatment is 19 104 kg/hm² which obvious lower than the contrast, while Longshu 5 have higher tuber yield than the contrast under NPK and full nutrient treatments whose tuber yield was 22 872 kg/hm² higher than the contrast with 11.18%. Along with supplying more and more nutrient elements, tuber quality of Longshu No.5 improved more in line with dietary nutritional requirements.

Key words: Nutrient elements; Potato; Longshu 5; Yield; Quality.

马铃薯(*Solanum tuberosum* L)既是粮食作物, 也是蔬菜、饲料和工业原料, 用途十分广泛, 其营

养价值和经济效益为世人公认^[1]。在马铃薯生长发育过程中, 干物质累积与营养水平密切相关^[2],

收稿日期: 2017-06-20

基金项目: 农业部跨越计划《高淀粉马铃薯新品种陇薯5号及陇薯6号高效生产技术集成与产业化示范》(跨2008-36)、甘肃省农业科学院中青年基金项目“马铃薯对水分胁迫-复水响应机理研究”(2015GAAS39)、甘肃省委组织部陇原青年创新人才扶持计划“甘肃高寒阴湿旱作区马铃薯-蚕豆间作高效栽培技术与示范”、农业部西北旱作马铃薯科学观测实验站资助。

作者简介: 罗爱花(1977—), 女, 甘肃金塔人, 副研究员, 博士, 主要从事马铃薯栽培生理方面的研究。E-mail: florancehua@163.com。

tions: Response of corn and mycorrhizae[J]. Agronomy Journal, 1993, 85: 1174-1180
[10] WANG F Y, WANG Q X, YAN D D, et al. Effects of dime-thyl disulfide on microbial communities in prote-rotate soils under continuous cropping[J]. Chinese Jour-

nal of Eco-Agriculture, 2011, 19(4): 890-896.

[11] 张国辉, 郭志乾, 林深源, 等. 健达防治马铃薯黑痣病田间药效试验[J]. 中国马铃薯, 2014, 28(6): 362-366.

(本文责编: 郑立龙)